

СПРОЩЕНА МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ІЗ ЗАВАДОСТІЙКИМ КОДУВАННЯМ

Трофіменко І. А., студент; Калюжний О. Я., д.ф.-м. н., професор.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

В навчальному процесі часто постає необхідність моделювання систем передачі цифрових даних та дослідження параметрів цих систем. Для цього використовується середовище *Matlab-Simulink*. В загальному випадку такі задачі мають наступну постановку: «Побудувати модель передачі цифрових даних, яка включає в себе джерело цифрових даних, кодер, модулятор, канал, демодулятор та декодер, засоби візуалізації. Слід дослідити ефективність цієї моделі по заданому параметру». Подібні завдання потребують, як правило, виконання трудомісткої роботи з моделювання всіх блоків системи передачі, як, наприклад, на рис. 1.

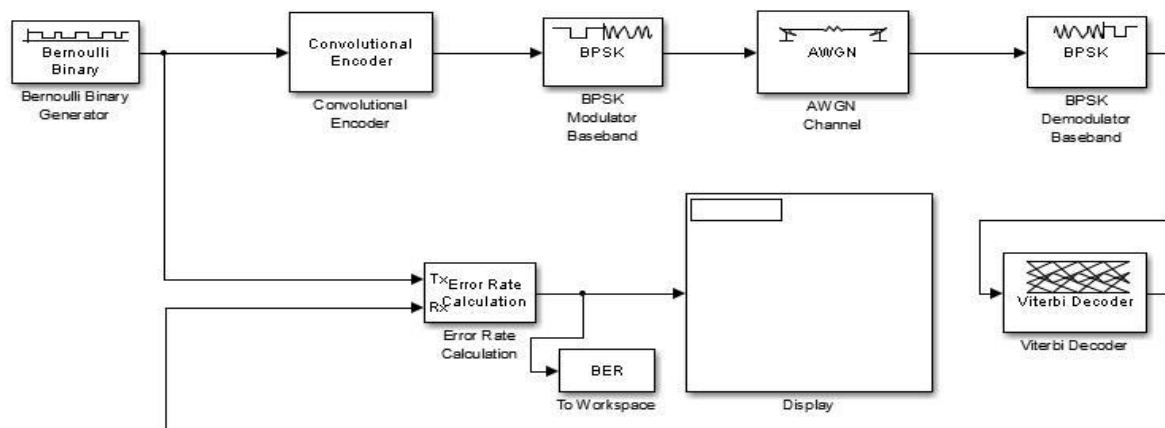


Рисунок 1. Традиційна схема моделювання

Але іноді об'єктом дослідження є лише система та методи завадостійкого кодування. У даній роботі пропонується спрощена методика, яка дозволяє в цих випадках уникнути необхідності моделювання блоків модуляції, демодуляції та середовища передачі. Зокрема, еквіваленту дію вказаних блоків можна замінити одним блоком бінарного симетричного каналу, діаграма переходів якого показано на рис. 2. Залишається лише визначити ймовірність помилкового переходу p . В результаті замість схеми рис. 1 приходимо до схеми рис. 3.

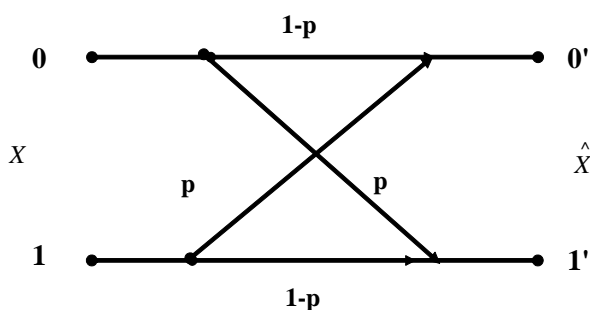


Рис.2. Діаграма переходів бінарного симетричного каналу.

Залишається лише визначити ймовірність помилкового переходу p . В результаті замість схеми рис. 1 приходимо до схеми рис. 3.

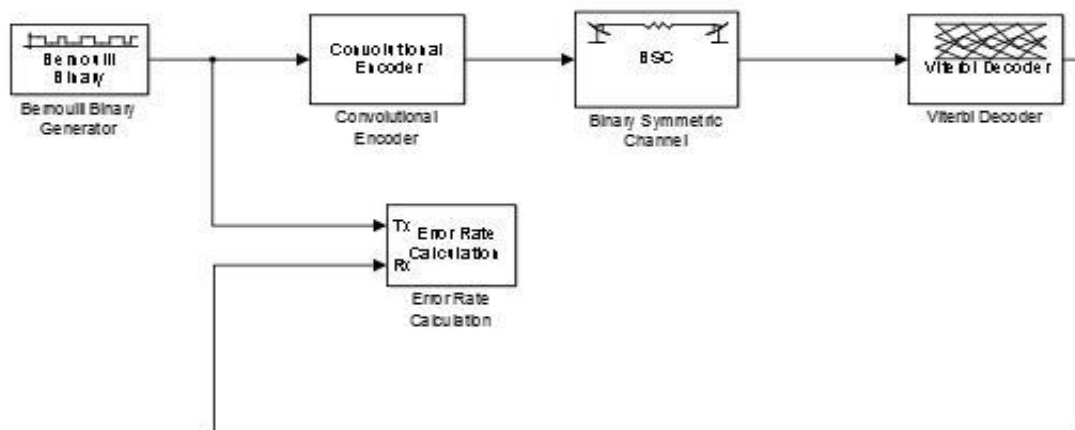


Рисунок 3. Спрощена схема моделювання.

Що стосується параметру p , то формули для його обчислення добре відомі, вони вивчаються у відповідних розділах дисциплін професійної підготовки магістрів. Але можна знову ж таки скористатися можливостями середовища *Matlab*, яке містить необхідні для цього програмні додатки. Зокрема, слід згадати функцію *berawgn*. Ця функція повертає значення *BER* (*Bit Error Rate*) для різних видів модуляції сигналу, що проходить через канал з АБГШ та має такий синтаксис:

$$\text{ber} = \text{berawgn}(\text{EbNo}, \text{'вид модуляції'}, M),$$

де *EbNo* — відношення сигнал/шум в каналі. Якщо *EbNo* — вектор, то результатом буде вектор того самого розміру. В якості модуляції можна вказати будь-який з видів (*psk*, *QAM*, *msk*, *ram* і т.д.). Третій аргумент *M* — визначає розмір алфавіту для модуляції (наприклад, для *QAM* це значення становить не менше 4). Ще одна корисна функція — *berfading*, що виконує такі ж обчислення для каналів із завмираннями. Функція має наступний синтаксис:

$$\text{ber} = \text{berfading}(\text{EbNo}, \text{'вид модуляції'}, M, \text{divorder}),$$

де *EbNo* відношення енергії біту до спектральної густини потужності шуму в дБ. Аналогічно з попередньою командою, якщо *EbNo* — вектор, то результатом буде вектор того ж розміру. Параметр *divorder* вказує кількість променів.

При вирішенні задачі моделювання з використанням кодування можна скористатись командою *bercoding* (*BER* для кодованих каналів з АБГШ). Розглянемо цю команду на прикладі згорткового кодування. Вона матиме такий вигляд:

$$\text{berub} = \text{bercoding}(\text{EbNo}, \text{'conv'}, \text{decision}, \text{coderate}, \text{dspec}).$$

Результатом її виконання буде верхня границя або апроксимація *BER* двійкового загорткового коду з *PSK* (як правило *BPSK* чи *QPSK*, більшу позиційність дана команда не підтримує і результат в обох випадках буде од-

наковий) через канал з АБГШ. *Decision* — параметр, який визначає яке декодування використовувати: з жорстким чи м'яким рішенням.

Альтернативним варіантом цим командам служить додаток *BERtool*.

Він дозволяє аналізувати *BER* в системах зв'язку. Розраховує *BER* як функцію від співвідношення сигнал/шум, аналізує як з використанням М-файлів, так і моделі з *Simulink* за методом Монте-Карло. Також ця забезпечує теоретичні розрахунки за наближеними формулами для обраних типів систем зв'язку.

Використовуючи запропоновану методику було проведено дослідження систем, що зображені на рис. 1 та рис. 3, результати зображені на рис. 4.

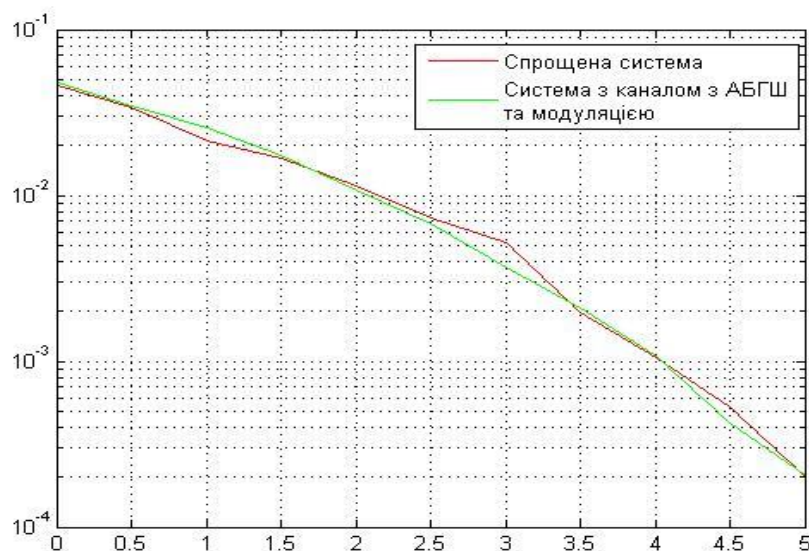


Рисунок 4. Результати розрахунку *BER*.

Як видно з графіку, в обох випадках результати майже не відрізняються, що доводить можливість використання спрощеного методу.

Перелік посилань

1. Bit Error Rate (BER) MATLAB & Simulink (User Guide).

Анотація

В статті показана можливість спрощення моделювання систем зв'язку за умови, що для дослідження цікава лише сама система та методи завадостійкого кодування.

Аннотация

В статье показана возможность упрощения моделирования систем связи при условии, что для исследования интересна сама система и методы помехоустойчивого кодирования.

Abstract

The article shows the possibility to simplify the simulation of communication systems, in case of research is interested in the system itself and the methods of error-correcting coding.